

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-125485

(43)Date of publication of application : 17. 05. 1996

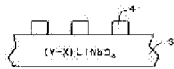
(51)Int. Cl. H03H 9/145

H03H 9/25

(21)Application number : 06-253809 (71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 19. 10. 1994 (72)Inventor : KADOTA MICHIO
YONEDA TOSHIMARO
MIZOGUCHI NAOKI

(54) LOVE WAVE DEVICE



(57)Abstract:

PURPOSE: To attain a wide pass band with a comparatively simple structure and to reduce the cost more in comparison with the device using Au by forming an interdigital transducer(IDT) with a Ta or W thin film on a Y-cut X propagation LiNbO₃ substrate.

CONSTITUTION: An IDT 4 is formed with a Ta thin film on a Y-cut X propagation LiNbO₃ substrate 3. A W thin film may be used in place of the Ta thin film. A large electromechanical coupling coefficient (k) is obtained over a wide range of the thickness of the Ta or W film by forming the IDT 4 with the Ta or W thin film in this way and a love wave is stimulated. When a VCO is formed for a wide range in the thickness of the Ta or W film, the range of variable frequency is widened. Moreover, since the Ta or W is in expensive more than Au, the cost is reduced.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 01.07.1999
[Date of sending the examiner's
decision of rejection]
[Kind of final disposal of
application other than the
examiner's decision of rejection or
application converted registration]
[Date of final disposal for
application]
[Patent number] 3173300
[Date of registration] 30.03.2001
[Number of appeal against
examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

**JPO and NCIP are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] LiNbO₃ of Y cut X propagation Love wave device which formed on the substrate the INTADJITARU transducer (it omits Following IDT) which excites a Love wave with Ta thin film.

[Claim 2] LiNbO₃ of Y cut X propagation Love wave device which formed on the substrate IDT which excites a Love wave with W thin film.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the Love wave device which formed IDT which excites a Love wave with Ta thin film or W thin film.

[0002]

[Description of the Prior Art] The conventional Love wave device is LiNbO₃ of this Au thin film 11a, although Au thin film 11a is formed on LiNbO₃ substrate 10 of Y cut X propagation as shown in drawing 8. Since the adhesion force to a substrate 10 is weak, it is LiNbO₃ first. Thin film 11b, such as Cr, is formed on a substrate 10, and, subsequently to these thin film 11b top, such as Cr, Au thin film 11a is formed. And IDT11 is formed using a photolithography technique etc.

[0003] Moreover, that for which the conventional Love wave device used the Rayleigh wave is used widely.

[0004] Moreover, as shown in drawing 9, it is LiNbO₃ of Y cut X propagation. After forming IDT21 with aluminum thin film on a substrate 20, it is reported to Japanese Patent Application No. 05-004815 that a Love wave is excited also in the structure which formed ZnO₂₂ on it. This Love wave is LiNbO₃. It can excite by preparing a metal thin film with acoustic velocity smaller than this substrate on a substrate.

[0005] Moreover, also when not a uniform thin film but a metal strip is formed periodically, it is indicated by the following reference that a Love wave is excited. "Shimizu, the Love wave mold surface acoustic wave substrate of the Mizunuma:quantity association (K₂ is about 0.3), the Institute of Electronics and Communication Engineers technical research report, US 82-35 and Suzuki, the application:Institute of Electronics and Communication Engineers technical research report to the propagation property and its IDT resonator of the Love wave type surface acoustic

wave in Shimizu: Au-Strip-Array/YX-LiNbO₃ structure, US 86-37."

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, since a process becomes complicated since Cr etc. is used as a substrate of Au thin film electrode, and Au is used for the Love wave device using the conventional Au thin film electrode, it has the fault of becoming expensive.

[0007] Moreover, the Love wave device using the Rayleigh wave has a small electromechanical coupling coefficient k , and is difficult to attain broadband-ization of a passband.

[0008] With the above-mentioned reference, it is Ag, BGO (Bi₁₂GeO₂₀), and SiO₂. And although the analysis about the Love wave at the time of using Au thin film is made, the report is not made about the case where Ta thin film and W thin film are used.

[0009] Therefore, this invention aims at offering the Love wave device which IDT can be formed [device] and can excite a Love wave with the different ingredient of another **, i.e., Ta and W, into the Love wave excitation IDT ingredient in these conventional examples.

[0010]

[Means for Solving the Problem] The means against the technical problem of this invention is as follows.

[0011] 1. LiNbO₃ of Y cut X propagation Love wave device which formed on the substrate IDT which excites a Love wave with Ta thin film.

[0012] 2. LiNbO₃ of Y cut X propagation Love wave device which formed on the substrate IDT which excites a Love wave with W thin film.

[0013]

[Function] This invention is the Y cut X propagation LiNbO₃. On a substrate, IDT is formed with Ta thin film or W thin film, the big electromechanical coupling coefficient k is obtained in Ta and the large range of the thickness of W, and a Love wave can be excited.

[0014]

[Example] Below, the example of this invention is explained with reference to a drawing. As the 1st example, Ta thin film explains that a Love wave is excited, and the Love wave device which has IDT formed with this Ta thin film is shown. Drawing 1 is LiNbO₃ of Y cut X propagation. It is the analytic structure Fig. of the Love wave which prepared uniform Ta thin film 2a on the substrate 1. In drawing 1 $R > 1$, drawing 2 takes standardization thickness H_{Ta}/λ which standardized the thickness H_{Ta} of Ta thin film 2a with the wavelength λ of a surface wave along an axis of abscissa, and takes the surface wave rate V along an axis of ordinate. the broken line currently drawn by the place with a

surface wave rate of 4079m in drawing -- LiNbO₃ The late transverse-wave rate spread to X shaft orientations is shown. A surface-wave rate is a false surface wave in the large range, and serves as a Love wave from this transverse-wave rate in the small range. Since it is not just going to consider as the purpose of this invention about the rise and fall of this false surface wave and a Love wave, and the phenomenon of an appearance, reference is not made any more. On the other hand, when the appearance of the Love wave of this opening is seen with a standardization thickness Ht_a/λ shaft, it turns out that excitation initiation of the Love wave is carried out by $Ht_a/\lambda = 0.03$. And the surface wave rate V is small as the thickness of Ta thin film $2a$ in drawing 1 becomes large. In addition, the short Love wave is excited from standardization thickness $Ht_a/\lambda = 0$.

[0015] Moreover, the surface wave rate of the Rayleigh wave is also shown in drawing 2 at coincidence. Most phase velocity of the opening condition of the Rayleigh wave and a short condition is in agreement, and the electromechanical coupling coefficient k expressed with the difference of this opening and a short phase velocity has almost become zero. It is shown that the Rayleigh wave is hardly excited with an IDT electrode. Moreover, the Rayleigh wave has stopped easily being able to become a spurious cause, in case it is separated from the surface-wave rate of a Love wave, and the surface-wave rate of the Rayleigh wave and a Love wave is used.

[0016] By the way, it adds about opening used in the above-mentioned explanation, and the short place to mean.

[0017] A piezo-electric basic type is expressed by the bottom type.

[0018] $T_i = c_{ij}S_j - e_{mi}E_n$ $D_n = e_{nh}S_h + \epsilon_{nm}E_m$ -- here T_i : Stress D_n : Electric flux c_{ij} : Elastic coefficient e_{nh} : Piezoelectric constant S_j : Distortion S_h : Distortion e_{mi} : Piezoelectric constant ϵ_{nm} : Dielectric constant E_m : Electric field therefore -- opening -- the above-mentioned piezo-electric radical -- formal -- setting -- $E_m \neq 0$ being at the time and being short -- $E_m = 0$ It is at the time.

[0019] Drawing 3 is drawing where standardization thickness Ht_a/λ was taken along the axis of abscissa, and it took the electromechanical coupling coefficient k along the axis of ordinate in drawing 1. From this drawing 3, by standardization thickness $Ht_a/\lambda = 0.04$, it becomes an electromechanical coupling coefficient $k = 0.54$, and the greatest value is shown. Moreover, $Ht_a/\lambda =$ in the large range of 0.03-0.15, it is $k > 0.4$ (40%), and in the large range of the thickness of Ta thin film $2a$, when VCO is constituted, broadband-ization of frequency tuning range will be attained.

[0020] it is shown in drawing 4 -- as -- LiNbO₃ of Y cut X propagation with die length of 2.0mm, a width of face [of 1.8mm], and a thickness of 0.5mm a substrate 3 top -- an electrode finger -- IDT4 with logarithm $N = 25$ and pitch 9.9micrometer between electrode fingers, a decussation width of face [of an electrode finger / of 495 micrometers], and a thickness of 0.7 micrometers was formed with Ta thin film. The impedance characteristic of the Love wave device in this case is shown in drawing 5 .

[0021] Below, W thin film explains that a Love wave is excited as the 2nd example, and the Love wave device which has IDT formed with this W thin film is shown. In drawing 1 , W thin film 2b is used instead of Ta thin film 2a in the 1st example, and it is the thickness HW of this W thin film 2b. The property at the time of taking standardization thickness HW / λ standardized with the wavelength λ of a surface wave along an axis of abscissa, and taking the surface wave rate V along an axis of ordinate is shown in drawing 6 $R > 6$. This drawing 6 supports drawing 2 of the 1st example, and since having explained in drawing 2 is applied almost similarly, detailed explanation is omitted.

[0022] This drawing 6 shows that the Love wave of opening is excited in the range of larger standardization thickness HW / λ than HW / $\lambda = 0.028$.

[0023] Drawing 7 is the case where took standardization thickness HW / λ along the axis of abscissa, and it takes an electromechanical coupling coefficient k along an axis of ordinate. From this drawing 7 , by HW / $\lambda = 0.04$, it is set to $k = 0.52$ and the greatest value is shown. Moreover, it turns out that it is set to $k > 0.40$ (40%) in the large range of HW/ $\lambda = 0.028 - 0.15$, and broadband-ization of a passband is attained in the large range of the thickness of W.

[0024]

[Effect of the Invention] This invention is the Y cut X propagation LiNbO₃. Since IDT is formed with Ta thin film or W thin film on a substrate, according to comparatively easy structure, in Ta and the large range of the thickness of W, the big electromechanical coupling coefficient k is obtained and broadband-ization of a passband can be attained. Moreover, since Ta and W are cheap ingredients compared with Au, a cost cut is realizable.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] Structural drawing used for the analysis of the Love wave in this invention

[Drawing 2] The property Fig. of the surface wave rate V to standardization thickness HTa/λ in the 1st example

[Drawing 3] The property Fig. of an electromechanical coupling coefficient k to standardization thickness HTa/λ in the 1st example

[Drawing 4] The gestalt Fig. of the 1st example

[Drawing 5] The impedance-characteristic Fig. of the 1st example

[Drawing 6] The property Fig. of the surface wave rate V to standardization thickness HW / λ in the 2nd example

[Drawing 7] The property Fig. of an electromechanical coupling coefficient k to standardization thickness HW / λ in the 2nd example

[Drawing 8] Structural drawing of the conventional example

[Drawing 9] Structural drawing of other conventional examples

[Description of Notations]

1 Y Cut X Propagation LiNbO₃ Substrate

2a Ta thin film

2b W thin film

3 Y Cut X Propagation LiNbO₃ Substrate

4 IDT

[Translation done.]

* NOTICES *

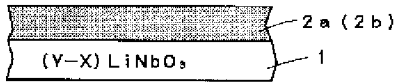
JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

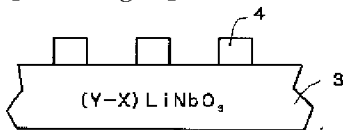
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

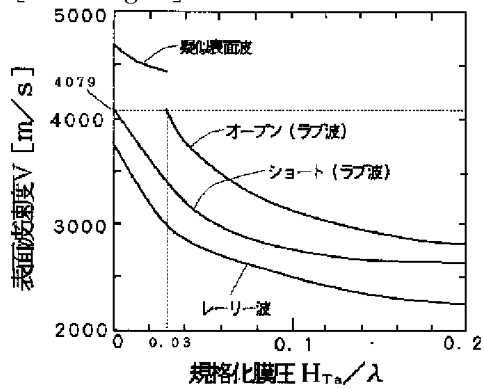
[Drawing 1]



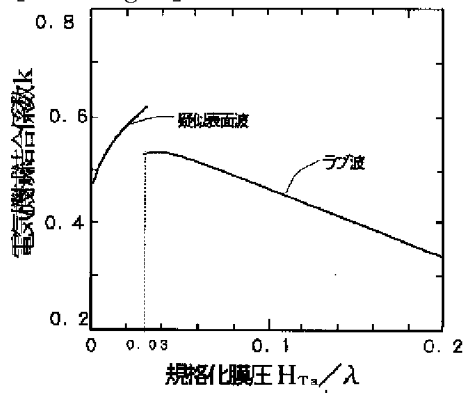
[Drawing 4]



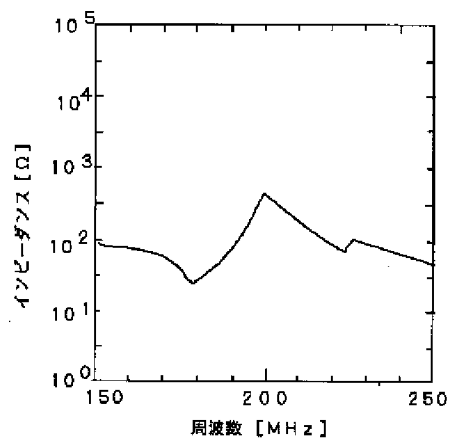
[Drawing 2]



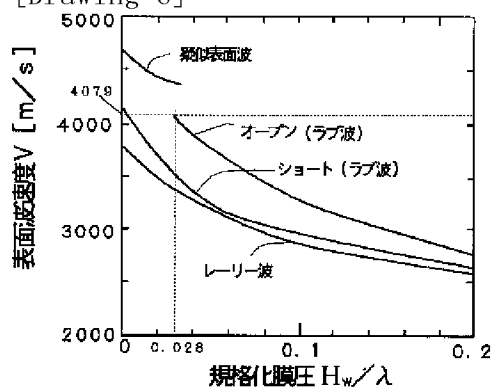
[Drawing 3]



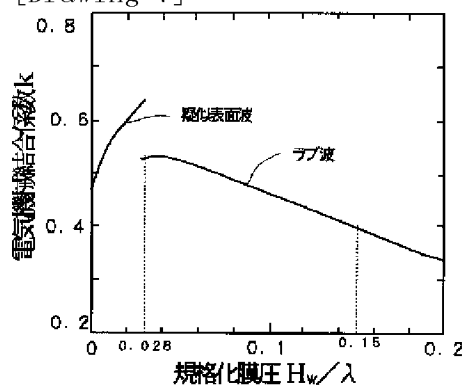
[Drawing 5]



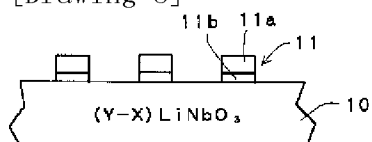
[Drawing 6]



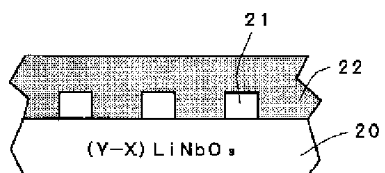
[Drawing 7]



[Drawing 8]



[Drawing 9]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-125485

(43)公開日 平成8年(1996)5月17日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 3 H	9/145	C	7259-5 J	
	9/25	C	7259-5 J	

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 4 頁)

(21)出願番号 特願平6-253809

(71)出願人 000006231

株式会社村田製作所

(22)出願日 平成6年(1994)10月19日

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72)発明者 門田 道雄

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(72)発明者 米田 年麿

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(72)発明者 溝口 直樹

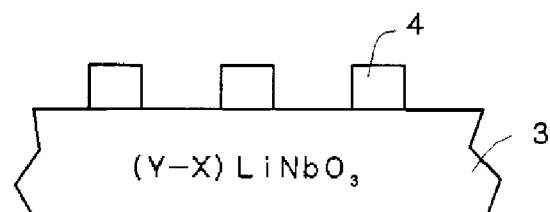
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(54)【発明の名称】 ラブ波デバイス

(57)【要約】 (修正有)

【目的】 T a 薄膜、W 薄膜によって、ラブ波励振 I D T 電極を形成したラブ波デバイスを提供する。

【構成】 (Y-X) L i N b O₃ 基板 3 上に、I D T 電極 4 を T a 薄膜または W 薄膜で形成する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 YカットX伝搬の LiNbO_3 基板上に、ラブ波を励振するインターディジタルトランスデューサ（以下IDTと略す）をTa薄膜で形成したラブ波デバイス。

【請求項2】 YカットX伝搬の LiNbO_3 基板上に、ラブ波を励振するIDTをW薄膜で形成したラブ波デバイス。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ラブ波を励振するIDTをTa薄膜またはW薄膜で形成したラブ波デバイスに関する。

【0002】

【従来の技術】従来のラブ波デバイスは、図8に示すように、YカットX伝搬の LiNbO_3 基板10上に、Au薄膜11aを形成するが、このAu薄膜11aの LiNbO_3 基板10への付着力が弱いので、まず LiNbO_3 基板10上にCr等の薄膜11bを形成し、次いで、このCr等の薄膜11b上にAu薄膜11aを成膜している。そして、フォトリソグラフィ技術などを用いて、IDT11を形成する。

【0003】また、従来のラブ波デバイスは、レーリー波を利用したものが広く用いられている。

【0004】また、図9に示すようにYカットX伝搬の LiNbO_3 基板20上に、Al薄膜でIDT21を形成した後、その上に ZnO 22を成膜した構造においてもラブ波が励振されることが、特願平05-004815に報告されている。このラブ波は、 LiNbO_3 基板上に、この基板よりも音速の小さい金属薄膜を設けることにより励振できる。

【0005】また、一様な薄膜でなく金属ストリップを周期的に形成した場合にもラブ波が励振されることが次の文献にも記載されている。『清水、水沼：高結合(K2はほぼ0.3)のラブ波型弾性表面波基板、電子通信学会技術研究報告、US82-35、及び、鈴木、清水：Au-Strip-Array/YX- LiNbO_3 構造におけるLove波型弾性表面波の伝搬特性とそのIDT共振への応用：電子通信学会技術研究報告、US86-37』。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のAu薄膜電極を用いたラブ波デバイスは、Au薄膜電極の下地としてCr等を使用しているのでプロセスが複雑となり、また、Auを用いているので高価になるという欠点を有している。

【0007】また、レーリー波を利用したラブ波デバイスは、電気機械結合係数kが小さく、通過帯域の広帯域化を図ることが困難である。

【0008】上記文献では、Ag、BGO(Bi_{12}Ge

2

O_{20})、 SiO_2 及びAu薄膜を用いた場合のラブ波についての解析がなされているが、Ta薄膜、W薄膜を用いた場合については報告はなされていない。

【0009】したがって、本発明は、これらの従来例におけるラブ波励振IDT材料とは相違した別異の材料、即ち、Ta、Wによって、IDTを形成しラブ波を励振させることのできるラブ波デバイスを提供することを目的とする。

【0010】

10 【課題を解決するための手段】本発明の課題に対する手段は以下の通りである。

【0011】1. YカットX伝搬の LiNbO_3 基板上に、ラブ波を励振するIDTをTa薄膜で形成したラブ波デバイス。

【0012】2. YカットX伝搬の LiNbO_3 基板上に、ラブ波を励振するIDTをW薄膜で形成したラブ波デバイス。

【0013】

20 【作用】本発明は、YカットX伝搬 LiNbO_3 基板上に、Ta薄膜またはW薄膜によりIDTを形成して、Ta、Wの膜厚の広い範囲において、大きな電気機械結合係数kが得られ、ラブ波を励振することができる。

【0014】

【実施例】以下に、本発明の実施例について図面を参照して説明する。第1実施例として、Ta薄膜により、ラブ波が励振されることを説明し、このTa薄膜により形成したIDTを有するラブ波デバイスを示す。図1は、YカットX伝搬の LiNbO_3 基板1上に一様なTa薄膜2aを設けたラブ波の解析構造図である。図2は、図1において、Ta薄膜2aの厚み H_{Ta} を、表面波の波長 λ によって規格化した規格化膜厚 H_{Ta}/λ を横軸に、表面波速度Vを縦軸にとったものである。図において、表面波速度4079m/sの所に引かれている破線は LiNbO_3 のX軸方向に伝播する遅い横波速度を示す。この横波速度より表面波速度が大きい範囲では疑似表面波であり、小さい範囲ではラブ波となっている。この疑似表面波とラブ波の消長および出現の現象に関しては、本発明の目的とするところではないので、これ以上言及しない。一方、このオープンなラブ波の出現を規格化膜厚 H_{Ta}/λ 軸でみると、 $H_{Ta}/\lambda=0.03$ でラブ波が励振開始されることがわかる。そして、図1におけるTa薄膜2aの膜厚が大きくなるに従って、表面波速度Vは小さくなっている。なお、ショートなラブ波は、規格化膜厚 $H_{Ta}/\lambda=0$ から励振されている。

40 【0015】また、図2にレーリー波の表面波速度も同時に示している。レーリー波のオープン状態とショート状態の位相速度はほとんど一致しており、このオープンとショートとの位相速度の差で表される電気機械結合係数kはほとんどゼロになっている。IDT電極によりレーリー波がほとんど励振されないことを示している。ま

3

た、ラブ波の表面波速度とレーリー波の表面波速度は離れておりラブ波を用いる際、レーリー波がスプリースの原因となりにくくなっている。

【0016】ところで、上記説明において用いたオープンとショートの意味するところについて付言する。 *

T_i : 応力
 c_{ij} : 弾性定数
 S_j : 歪み
 e_{ni} : 圧電定数
 E_n : 電界

よって、オープンとは、上記圧電基本式において、 $E_n \neq 0$ のときであり、およびショートとは、 $E_n = 0$ のときである。

【0019】図3は、図1において、規格化膜厚 H_{Ta}/λ を横軸に、電気機械結合係数 k を縦軸にとった図である。この図3より、規格化膜厚 $H_{Ta}/\lambda = 0.04$ で、電気機械結合係数 $k = 0.54$ となり最大の値を示す。また、 $H_{Ta}/\lambda = 0.03 \sim 0.15$ の広い範囲において $k > 0.4$ (40%) となっており、Ta薄膜2aの膜厚の広い範囲において、例えば、VCOを構成した場合、可変周波数範囲の広帯域化が図られることになる。

【0020】図4に示すように、長さ2.0mm、幅1.8mm、厚み0.5mmのYカットX伝搬のLiNbO₃基板3上に、電極指対数 $N = 25$ 、電極指間ピッチ $9.9\mu m$ 、電極指の交叉幅 $495\mu m$ 、厚さ $0.7\mu m$ のIDT4を、Ta薄膜で形成した。この場合のラブ波デバイスのインピーダンス特性を図5に示す。

【0021】つぎに、第2実施例として、W薄膜により、ラブ波が励振されることを説明し、このW薄膜により形成したIDTを有するラブ波デバイスを示す。図1において、第1実施例におけるTa薄膜2aの代わりに、W薄膜2bを用い、このW薄膜2bの膜厚 H_w を表面波の波長 λ によって規格化した規格化膜厚 H_w/λ を横軸に、表面波速度 V を縦軸にとった場合の特性を、図6に示す。この図6は、第1実施例の図2に対応しており、図2において説明したことがほぼ同様にあてはまるので、詳細な説明は省略する。

【0022】この図6より、 $H_w/\lambda = 0.028$ より大きい規格化膜厚 H_w/λ の範囲でオープンのラブ波が励振されることがわかる。

【0023】図7は、規格化膜厚 H_w/λ を横軸に、電気機械結合係数 k を縦軸にとった場合である。この図7より、 $H_w/\lambda = 0.04$ で、 $k = 0.52$ となり最大

4

* 【0017】圧電基本式は、下式により表される。

$$【0018】 T_i = c_{ij} S_j - e_{ni} E_n$$

$$D_n = e_{nh} S_h + \epsilon_{nn} E_n$$

ここに、

D_n : 電束
 e_{nh} : 圧電定数
 S_h : 歪み
 ϵ_{nn} : 誘電率

の値を示す。また、 $H_w/\lambda = 0.028 \sim 0.15$ の広い範囲において $k > 0.40$ (40%) となり、Wの膜厚の広い範囲において通過帯域の広帯域化が図られることがわかる。

【0024】

【発明の効果】本発明は、YカットX伝搬LiNbO₃基板3上に、Ta薄膜またはW薄膜によりIDTを形成するので、比較的簡単な構造によって、Ta、Wの膜厚の広い範囲において、大きな電気機械結合係数 k が得られ、通過帯域の広帯域化を図ることができる。また、Ta、WはAuに比べ安価な材料なので、コストダウンが実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明におけるラブ波の解析に用いた構造図

【図2】 第1実施例における規格化膜厚 H_{Ta}/λ に対する表面波速度 V の特性図

【図3】 第1実施例における規格化膜厚 H_{Ta}/λ に対する電気機械結合係数 k の特性図

【図4】 第1実施例の形態図

【図5】 第1実施例のインピーダンス特性図

【図6】 第2実施例における規格化膜厚 H_w/λ に対する表面波速度 V の特性図

【図7】 第2実施例における規格化膜厚 H_w/λ に対する電気機械結合係数 k の特性図

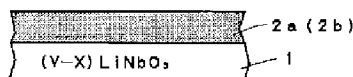
【図8】 従来例の構造図

【図9】 他の従来例の構造図

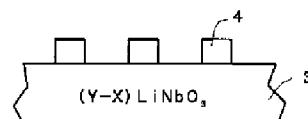
【符号の説明】

- 1 YカットX伝搬LiNbO₃基板
- 2a Ta薄膜
- 2b W薄膜
- 3 YカットX伝搬LiNbO₃基板
- 4 IDT

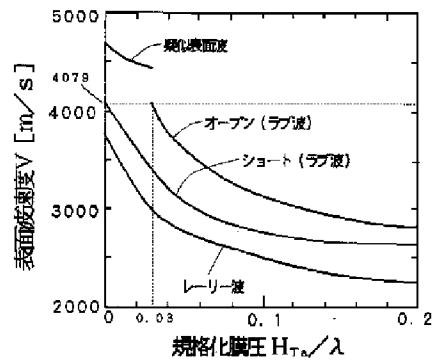
【図1】



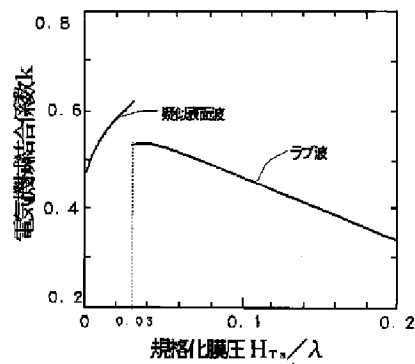
【図4】



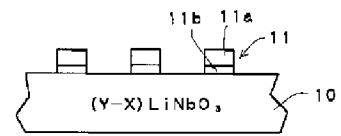
【図2】



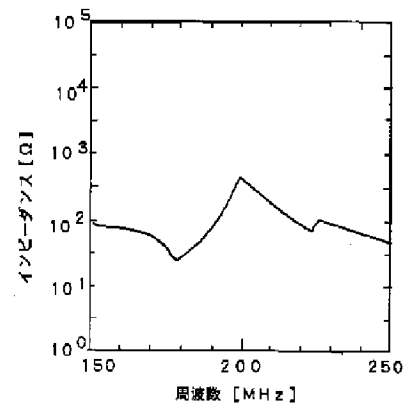
【図3】



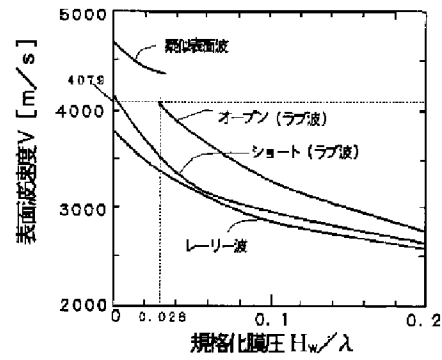
【図8】



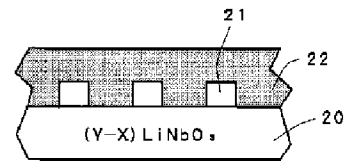
【図5】



【図6】



【図9】



【図7】

